УДК 338.24.004(075.8)

ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИННОВАЦИОННОЙ ПРОДУКЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЕЕ ПРОИЗВОДСТВОМ И РЕАЛИЗАЦИЕЙ

В.А. Силич, И.В. Юрьева

Томский политехнический университет
E-mail: vas@osu.cctpu.edu.ru

Для управления инновационной деятельностью предприятия предлагается строить экономико-математическую модель жизненного цикла продукции, которая адаптируется на текущее состояние продаж. Таким образом обеспечивается возможность своевременной корректировки планов производства и реализации продукции.

Эффективность работы инновационного предприятия в значительной степени определяется спросом на выпускаемую наукоемкую продукцию. Вместе с тем современный уровень развития технологий позволяет конкурентам за короткие сроки организовать производство альтернативной продукции и таким образом существенно сократить размер получаемой прибыли. Эти обстоятельства диктуют необходимость новых подходов к управлению инновационной деятельностью, одним из которых является создание модели жизненного цикла продукции. Наличие такой модели позволит руководству предприятия оценивать текущее состояние спроса на данный вид продукции и с учетом этого планировать ее производство и реализацию.

Описание моделей жизненного цикла продукции содержится в ряде работ, например [1]. Однако существенным недостатком этих моделей является их гипотетический характер и, как следствие, отсутствие способов построения и формализованного описания. Вместе с тем для решения конкретных практических задач управления инновационной деятельностью модель жизненного цикла продукции должна отвечать следующим требованиям:

1. Охватывать весь жизненный цикл, начиная с НИОКР, и кончая завершением промышленного производства продукции.
2. Не должна зависеть от вида и технических характеристик продукции, а также длительности стадий ее производства и реализации.
3. Иметь формализованное описание, позволяющее использовать математический аппарат для расчета основных характеристик модели.

4. Отражать динамику изменения основных экономических характеристик модели по стадиям жизненного цикла продукции.

5. Обеспечивать возможность оценки текущего состояния спроса на выпускаемую продукцию для корректировки плановых показателей ее производства и реализации.

С учетом этих требований предлагается метод построения экономико-математической модели жизненного цикла инновационной продукции (МЖЦП), которая учитывает динамику спроса, цен и продаж, позволяет оценивать их текущее состояние и с учетом этого корректировать план производства и реализации.

Некоторые аспекты построения МЖЦП приведены в [2, 3]. Целью данной статьи является пояснение сущности метода на примере видеоимпульсного георадиолокатора, разработанного КБ «Радар» при ТУСУР (г. Томск). Исходными предпосылками для построения МЖЦП являются данные, приведенные в [4]:

- потребность в инновационном продукте (приборе) в России и странах ближнего зарубежья – 100 шт./год;
- средняя стоимость одного прибора – 15 тыс. $;
- в России выпускается 10 приборов/год (производитель – ООО «Логические системы», г. Жуковский);
- требуемый объем инвестиций: на разработку проекта – 40 тыс. $, на завершение НИОКР и изготовление опытной партии – 2 года и 600 тыс. $, на организацию мелкосерийного производства – 500 тыс. $;
- сроки окупаемости инвестиций: 3 года за счет реализации приборов и 2 года посредством оказания сервисных услуг через центры.

В основу метода построения МЖЦП положены результаты исследований проблемы ценообразования, изложенные в [1]. В данном случае принята концепция, согласно которой цены на инновационную продукцию определяются интенсивностью спроса: при повышении спроса цены увеличивают, а при падении – уменьшают. Вместе с тем издержки производства (себестоимость продукции) остаются неизменными. Кроме того, предполагается, что инновационное предприятие планирует объем выпуска продукции с ориентацией на «цену равновесия».

Под ценой равновесия понимается точка пересечения двух функций: объема выпуска продукции и спроса на эту продукцию в зависимости от цены реализации [1].

Если цена установлена выше равновесной, то это означает, что она не соответствует спросу и часть произведенной продукции может быть не реализована. В противном случае – на данный вид продукции существует дефицит. Основная сложность построения этой модели заключается в определении функции спроса, что и является одной из задач проводимых исследований, результаты решения которой излагаются в данной статье.

Для построения МЖЦП прибора, разработанного КБ «Радар» при ТУСУР, принимаются следующие положения:

- рынок считается полностью насыщенным при уровне продаж 100 шт./год и минимальной цене реализации одного прибора 15 тыс. $;
- максимально возможная цена реализации одного прибора в условиях ненасыщенного рынка составляет 30 тыс. $;
- на рынке присутствуют конкуренты (по крайней мере, 1), которые стремятся увеличить объем продаж аналогичной продукции либо заменить ее более качественной;
- с ростом объема продаж увеличивается насыщенность рынка приборами, следовательно, падает спрос и снижается цена реализации одного прибора;
- функциональные зависимости спроса, цены, объема продаж от насыщенности рынка приборами носят линейный характер;
- инновационное предприятие планирует объем выпуска продукции с ориентацией на цену равновесия.

В данном случае построение МЖЦП осуществляется применительно к прибору, разработанному КБ «Радар» при ТУСУР. Однако предлагаемый метод можно использовать и для других видов инновационной продукции. Для этого необходимо выполнить нормализацию объема продаж Q, цены C и спроса S и перейти к следующим безразмерным величинам:

$$K_q = \frac{Q}{Q_{\max}},$$

$$K_c = 1 - \frac{C_{\max} - C}{C_{\max} - C_{\min}},$$

$$K_s = 1 - \frac{S_{\max} - S}{S_{\max}}.$$

где K_q – эффективность продаж, определяется по выражению; K_c – относительная цена, определяется по выражению; K_s _ эффективность спроса, определяется по выражению.

Процесс построения МЖЦП состоит в расчете K_q, K_c и K_s для различных значений насыщенности H в интервале от 0 до 1. По результатам расчета формируется таблица 1, которая отражает динамику спроса, продаж и цены в зависимости от насыщенности рынка продукцией. На основе анализа данных этой таблицы можно установить соотношения между безразмерными величинами и насыщенностью H:

$$K_s = K_c, \quad K_q = H, \quad K_s = 1 - H.$$

Таблица 1. *Динамика спроса, продаж и цены в зависимости от насыщенности рынка продукцией*

S, шт.	100	88	75	62	50	38	25	12	0
Q, шт.	0	12	25	38	50	62	75	88	100
C, тыс. $	30	28,1	26,3	24,4	22,5	20,6	18,8	16,9	15
K_s	1	0,875	0,75	0,625	0,5	0,375	0,25	0,125	0
K_q	0	0,125	0,25	0.375	0,5	0,625	0,75	0,875	1
K_c	1	0,875	0,75	0,625	0,5	0,375	0,25	0,125	0
H	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1

Таким образом, МЖЦП отражает динамику спроса, продаж и цены в зависимости от насыщенности рынка инновационной продукцией и не зависит от времени и характера насыщения. Вместе с тем она не учитывает наличие конкурентов, появление продукции более высокого качества и, вследствие этого, падение объема продаж. Поэтому для принятия эффективных решений необходимо разработать метод адаптации построенной МЖЦП на фактические показатели состояния рынка.

В соответствии с [1] модель жизненного цикла инновационной продукции представляется последовательностью 8-и стадий: исследования и разработки, внедрение на рынок, расширение рынка, использование преимуществ нового вида, зрелость, насыщение рынка, вытеснение с рынка и реализация остатков. Следует отметить, что время наступления перечисленных стадий, а также их длительности, не зависят от вида продукции. Момент их проявления определяется соотношением объемов спроса и продаж, которые в свою очередь зависят от насыщенности рынка. Особенности метода адаптации МЖЦП на фактическую динамику продаж отражает схема, представленная на рисунке.

Как отмечалось ранее, планирование производства продукции инновационным предприятием на основе МЖЦП выполняется с ориентацией на цену равновесия. Поэтому на 2, 3 и 4-ой стадиях из-за недостаточной насыщенности рынка спрос превышает предложение и произведенная продукция реализуется в полном объеме. Однако на стадии 5 (зрелость) темпы роста уровня продаж замедляются. С наступлением стадии 6 (насыщение рынка) разница между плановым и фактическим объемами продаж начинает играть для инвестора существенную роль и необходимо корректировать МЖЦП и план производства продукции.

Для адаптации МЖЦП на фактический объем продаж предлагается использовать метод линейной регрессии [5]. Выбор метода обоснован тем, что в отличие от других методов прогнозирования, например, скользящего среднего или экспоненциального сглаживания, он учитывает связь между зависимой переменной и независимой переменной. В соответствии с этим методом скорректированный плановый объем продаж *Q* вычисляется следующим образом:

$$Q = A + BH.$$

В этом выражении: *H* – насыщенность, *A* и *B* – константы, которые определяются с использованием метода наименьших квадратов из ряда *n* наблюдений за фактическими объемами продаж Q^* при различных значениях *H*.

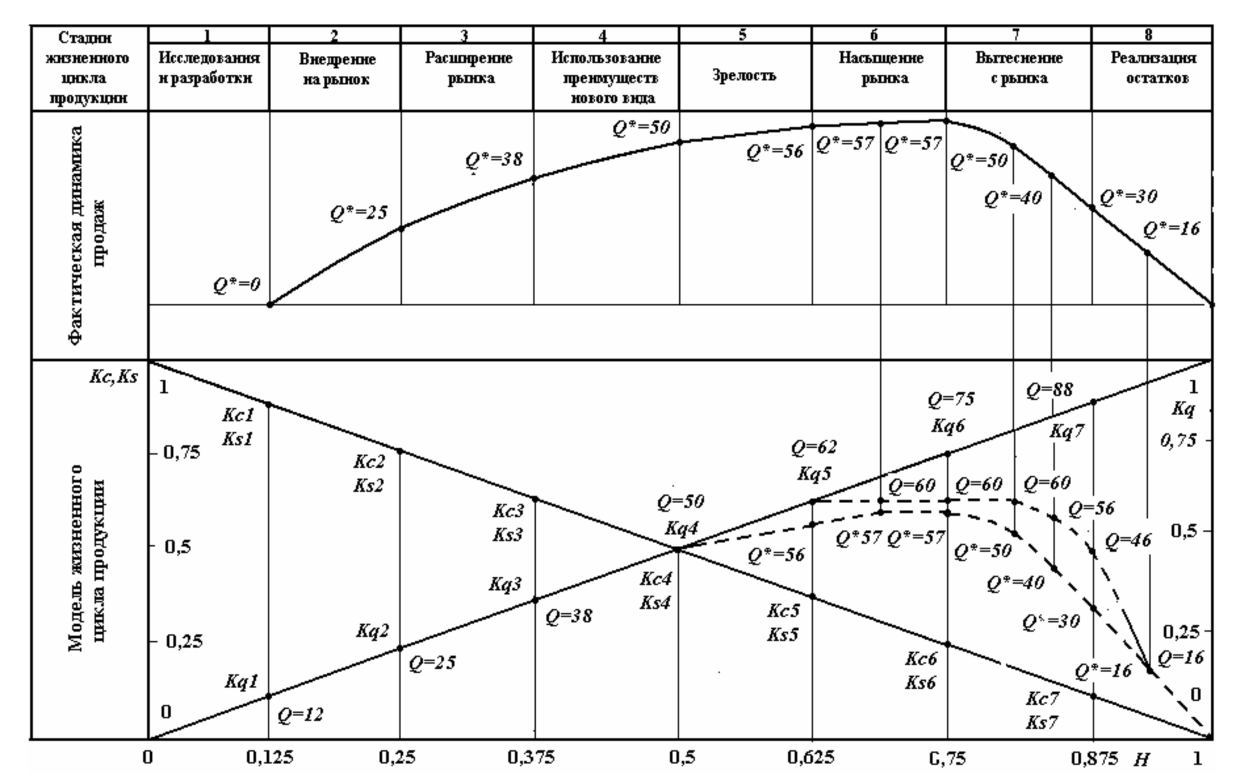


Рисунок. *Схема адаптации МЖЦП на фактическую динамику продаж*

$$B = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i^* H_i - nQ^* H}{\sum_{i=1}^{n} H_i^2 - nH^2},$$

$$A = Q^* - BH,$$

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_i}{n},$$

$$Q^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i^*}{n}.$$

Результаты расчетов скорректированных плановых объемов продаж Q в зависимости от фактических объемов Q^* и насыщенности H на различных стадиях производства продукции приведены в табл. 2.

Таблица 2. *Результаты адаптации МЖЦП на фактическую динамику продаж*

Стадии производства продукции	Зрелость	Насыщение рынка		Вытеснение с рынка			Реализация остатков		
H	0,5	0,625	0,69	0,75	0,79	0,83	0,875	0,94	1,0
A	–	–	23	30	36	49	66	–	–
B	–	–	54	40	30	8	−23	–	–
Q	50	62	60	60	60	56	46	16	0
Q^*	50	56	57	57	50	40	30	16	0

Процесс адаптации модели начинается с наступления стадии 6 (насыщение рынка), когда фактический объем продаж (Q^*=56) становится значительно меньше планового (Q=62). При этом частота проверки и адаптации МЖЦП на этой и последующих стадиях 7 и 8 за один и тот же период времени кратно возрастает в сравнении со стадиями 2, 3, 4 и 5.

Наступление стадии 8 (реализация остатков) характеризуется резким падением объема продаж (Q^*=30) по отношению к его максимальному значению на стадии 6 (Q^*_{max}=57). В связи с этим следует срочно приступить к ликвидации производства данного вида продукции и реализации ее остатков, что позволит избежать убытков.

В заключение следует отметить, что предлагаемый метод позволяет оперативно корректировать план производства и реализации инновационной продукции в зависимости от фактического уровня продаж и насыщенности рынка. К числу недостатков метода можно отнести сохранение линейной зависимости снижения спроса и цен с ростом насыщенности на всех стадиях жизненного цикла продукции.

В настоящее время изложенный в статье метод управления инновационной деятельностью предприятия на основе МЖЦП проходит апробацию в ряде подразделений института «Кибернетический центр» ТПУ и инновационном предприятии «ИНКОМ» (г. Томск).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кеворков В.В., Леонтьев С.В. Политика и практика маркетинга. – М.: ИСАРП, «Бизнес-Тезаурус», 1999. – 192 с.
2. Силич В.А., Юрьева И.В. Постоянно действующая экономико-математическая модель инновационного предприятия как фактор повышения эффективности производства и реализации наукоемкой продукции // Актуальные проблемы современной науки: экономика: Труды V Междунар. конф. молодых ученых и студентов. – Самара, 2004. – Ч. 31. – С. 81–84.
3. Силич В.А., Юрьева И.В. Метод повышения эффективности управления инновационным предприятием на основе постоянно действующей экономико-математической модели // Динамика систем, механизмов и машин: Матер. V Междунар. научно-практ. конф. – Омск, 2004. – Т. 2. – С. 334–337.
4. Электронный каталог инновационных предприятий г. Томска и Томской области [Электронный ресурс]: база данных ТМДЦ «Технопарк» содержит сведения о 52 инновационных предприятиях г. Томска и Томской области. – Электрон. дан. – Томск, 2003. – Режим доступа: http://www.t-park.ru/ свободный. – Загл. с экрана.
5. Хемди А. Таха. Введение в исследование операций / Пер. с англ. 7-е изд.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 912 с.